Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno

Matteo Del Giudice
Nicola Rimella
Francesca Maria Ugliotti
Guillaume Tarantola
Anna Osello

Abstract

Questo contributo esamina il tema della transizione riferito all'ambito disciplinare del Disegno secondo filtri interpretativi diversi che si soffermano sulle tecniche e gli strumenti, alle diverse scale di indagine e rispetto alle attività e finalità della rappresentazione. La ricerca delle mutazioni evolutive che ha guidato l'analisi ha portato alla definizione di una matrice di lettura critica multi–dimensionale e multi–scalare. A seconda degli incroci tra gli elementi si generano casi d'uso sempre diversi, che arricchiscono le potenzialità del linguaggio. L'approccio euristico contraddistingue, così, il 'Disegno 5.0'. L'analisi sul tema è supportata da un caso studio attraverso il quale prendono concretezza i diversi processi e le possibili applicazioni.

Parole chiave
Matrice di lettura critica, Digital Twin, Cultural Heritage, HBIM, Disegno 5.0.

Dalla nuvola di punti al *Digital Twin*.

doi.org/10.3280/oa-1016-c344

Introduzione

La scienza della rappresentazione è da sempre focalizzata sulla definizione di interfacce finalizzate a migliorare la comunicazione tra due entità per ottimizzare il raggiungimento di un certo obiettivo. L'esigenza di sviluppare un'interfaccia efficace ha inizio dall'attività percettiva di un utente su un manufatto e si materializza in un prodotto che sfrutta specifici mezzi di comunicazione per raggiungere l'utente finale, migliorandone le sue capacità di approccio alle sfide imposte e ottimizzando la risoluzione delle problematiche legate alla complessità dell'ambiente urbano nelle sue diverse scale di rappresentazione. La sfida attuale richiede alla disciplina del disegno la definizione e l'adozione di modelli di conoscenza innovativi che ottimizzino il processo di restituzione costruito attraverso un approccio euristico, in cui si intrecciano elementi tra tradizione e innovazione. L'adozione delle metodologie del *Geographic Information System* (GIS) e del *Building Information Modelling* (BIM) possono costituire i punti di partenza per una gestione e una comunicazione efficace delle informazioni relative al patrimonio storico architettonico utilizzate quotidianamente da diverse tipologie di utenti, dagli specialisti del settore ai cittadini. Inoltre, l'introduzione del *Digital Twin* (DT) come rappresentazione digitale dell'ambiente costruito e delle tecnologie di Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR) per la gestione e la visualizzazione dei dati sono le frontiere attraverso cui valutare la transizione della scienza del disegno nella società 5.0.
Tramite il presente contributo si intende valutare possibili scenari che si possono sviluppare per migliorare l'accessibilità ai dati attraverso lo sviluppo di modelli digitali che aumentano il livello di inclusione. L'articolo si propone quindi di mostrare un approccio critico sulla capacità della scienza della rappresentazione di adattarsi alle transizioni imposte dall'innovazione tecnologica per studiare come il grado di coinvolgimento degli utenti possa aumentare attraverso l'uso di interfacce basate sul DT urbano.

Caso studio

Le riflessioni sul tema della transizione vengono esplicitate nella sezione metodologica attraverso l'ausilio di un caso studio [Dapino 2022]. La scelta è ricaduta su Palazzo Carignano, uno dei più importanti edifici realizzati in Italia nella metà del Seicento, tra le massime espressioni dell'architettura barocca piemontese progettata da Guarino Guarini, e residenza dei Savoia–Carignano fino agli anni Trenta dell'Ottocento. La complessità dell'opera e la sua destinazione a museo consentono applicazioni interessanti di rappresentazione per una pluralità di soggetti.

Metodologia

L'esame delle possibili transizioni nel campo del disegno avviene tramite vari filtri interpretativi che si concentrano sulle tecniche e gli strumenti utilizzati, sulla scala di analisi e sulle attività e finalità della rappresentazione. La lettura delle evoluzioni delle metodologie e degli strumenti ha condotto alla definizione di una matrice di interpretazione critica multi–dimensionale e multi–scalare, dimostrando l'importanza di una lettura attenta e sofisticata del tema della transizione nel Disegno. I percorsi di conoscenza mostrati (fig.1) sono un esempio di come la rappresentazione di città e edifici possa promuovere collaborazioni tra professionisti a livello tecnico, interazioni con l'ambiente antropizzato e connessioni sociali, migliorando i flussi operativi tipici della filiera delle costruzioni e contestualmente la resilienza di sistemi città–società. La matrice di conoscenza identifica tre attività (osservare, sviluppare, coinvolgere) rispetto alle tre scale di rappresentazione (città, edificio, artefatto) per definire un livello di inclusione nell'ambito della società 5.0. Attraverso questa matrice è, quindi, possibile definire strategie di processo euristico per il disegno del futuro. Le connessioni tra le diverse parti della matrice portano allo sviluppo di metodi finalizzati ad aumentare il coinvolgimento di utenti con diverse competenze. Tali metodi partono da attività

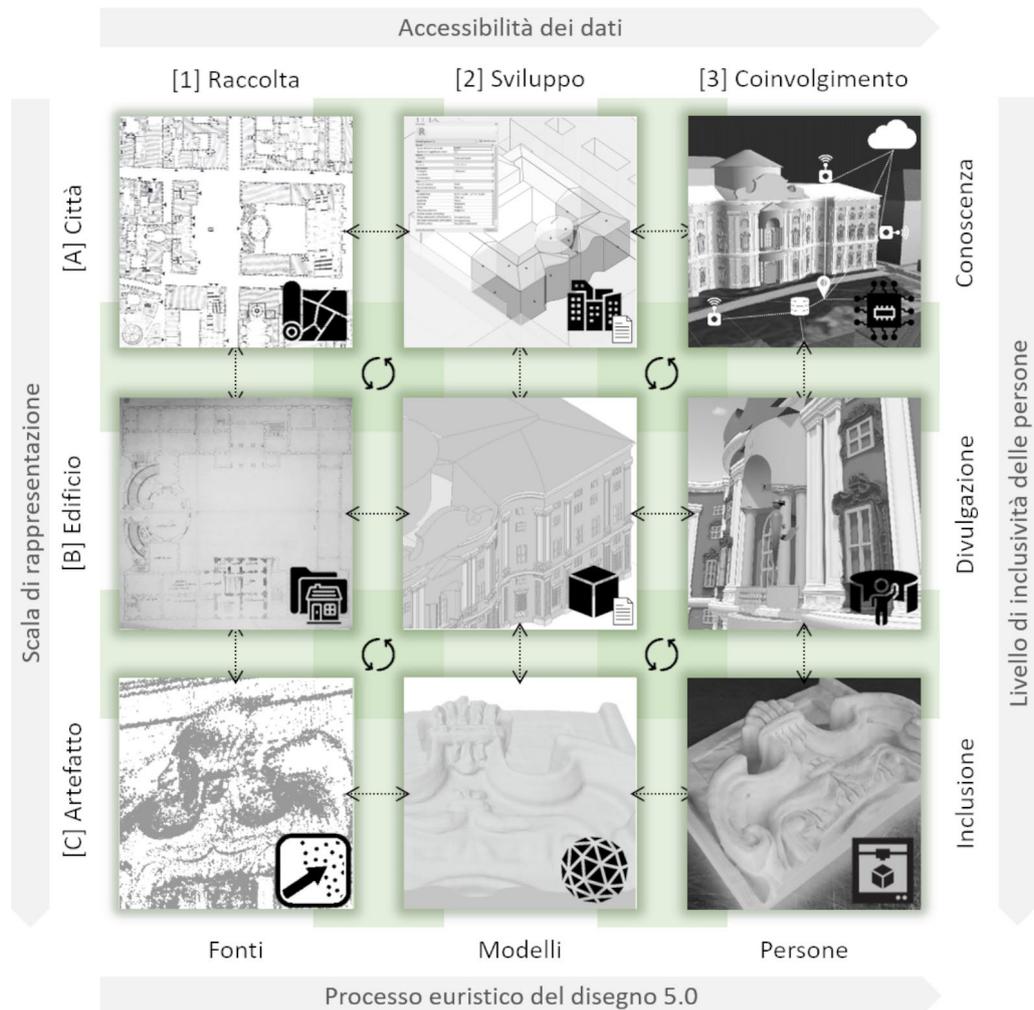



Fig. 1. Matrice di lettura critica del disegno: A1 (Scarzella 1995); B1 (Cerri 1990).

di raccolta dei dati, attraversano diverse scale di rappresentazione per culminare in svariate esperienze che trasformano la conoscenza in consapevolezza dell'ambiente antropizzato. Il *Digital Twin* è lo scenario di riferimento a cui convergono le riflessioni. Incrociando in modo diverso gli elementi della matrice è possibile fornire molteplici chiavi di lettura. Nel seguito se ne illustrano solo alcune ritenute significative per evidenziare la versatilità del linguaggio grafico come mezzo espressivo: (i) transizione analogico–digitale, (ii) transizione linguaggio di comunicazione, (iii) transizione digitale–materica.

A1, A2, A3 Transizione analogico-digitale

Il passaggio epocale a cui il disegno ha assistito interessa sicuramente l'evoluzione delle forme della rappresentazione e degli apparati strumentali (fig. 2): dalle mappe storiche alla piattaforma informativa [Bocconcino, Vozzola 2022]. Lo studio della forma urbana ha, infatti, richiesto nel tempo un perenne rinnovamento attraverso l'adozione di supporti sempre più multidisciplinari, integrati, dinamici, in grado di descrivere e valutare la resilienza di una città. Pensiamo all'innovazione introdotta dall'interpretazione critica del tessuto edilizio tramite il rilievo filologico–congetturale di Cavallari Murat descritto in Forma Urbana [Cavallari Murat 1968] e diventato poi metodo previsto dalla norma tecnica UNI 7310. Da questa modalità di codifica bidimensionale puramente grafica delle informazioni caratterizzanti il costruito, lo sviluppo più rilevante è sicuramente individuabile nella predisposizione di sistemi informativi e informatici su base alfanumerica e geografica prima attraverso il GIS e successivamente il BIM. Oggi la sfida si confronta con una mappatura intelligente sempre più allargata, dall'edificio al quartiere, dalla città al mondo intero, progetto *Destination Earth* (https://digitalstrategy.

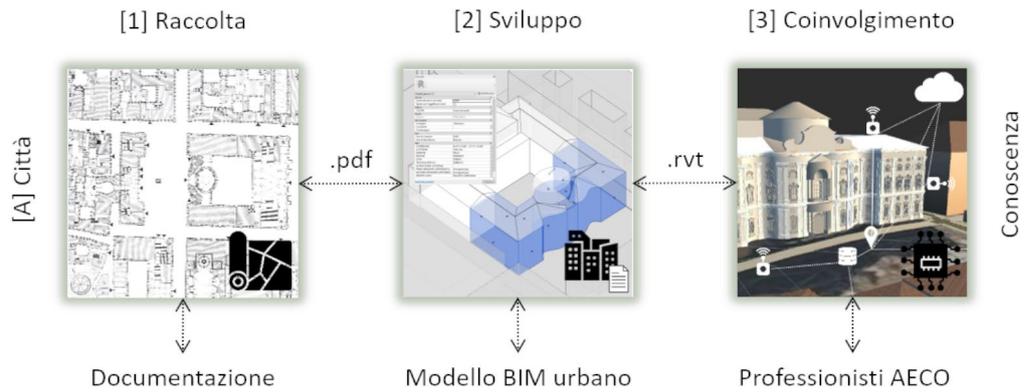



Fig. 2. Dalle mappe al *Digital Twin*: A1 (Scarzella 1995).

ec.europa.eu/en/policies/destination-earth), con la gestione di domini non solo di dati statici ma anche dinamici per un monitoraggio sempre più efficace dei fenomeni e delle attività umane.

A3, B3, C3 Transizione linguaggio di comunicazione

L'elaborazione di un *Digital Twin* urbano come replica virtuale in grado di sfruttare le potenzialità delle *Information* e *Communication Technologies* (ICTs) per la società 5.0 del futuro stimola la definizione di una forma di rappresentazione innovativa incentrata sul benessere delle persone [Ugliotti et al. 2022].

La fruibilità delle informazioni in un ambiente virtuale immersivo, offre molteplici spunti di riflessione sulle nuove frontiere della scienza della rappresentazione come mezzo di comunicazione per vari utenti (professionisti, enti, cittadini), sfruttando metodi e strumenti innovativi per l'arricchimento esperienziale – sensoriale (fig. 3). L'interazione con la replica virtuale definisce nuovi mezzi di comunicazione, tenendo in considerazione i vari aspetti legati alle fragilità umane.

Il *Digital Twin* Urbano può essere considerato come la base di partenza per definire scenari esperienziali che vedono l'utente coinvolto in tour virtuali a scala architettonica. L'esperienza virtuale può quindi essere implementata generando modelli solidi legati a particolari costruttivi del bene grazie ad esperienze tattili sulle repliche solide.

C1, C2, C3 Transizione digitale-materica

L'efficacia dei nuovi mezzi di comunicazione attraverso le tecniche di ricostruzione virtuale ha trasformato le relazioni tra gli utenti e l'ambiente circostante e tra gli utenti stessi, in cui la virtualità diventa reale coinvolgendo contemporaneamente tutti e cinque i sensi. I percorsi tattili–esperienziali acquisiscono, così, un nuovo slancio, combinando rappresentazioni materiche, contenuti aggiuntivi tramite realtà virtuale e aumentata e dati provenienti dalla sensoristica processati con algoritmi di intelligenza artificiale [Ugliotti, De Luca 2022]. L'immagine riporta (fig. 4) la sperimentazione condotta sulle decorazioni di rilievo delle finestre di Palazzo Carignano, che riprendono il copricapo degli indiani Irochesi come omaggio e ricordo delle

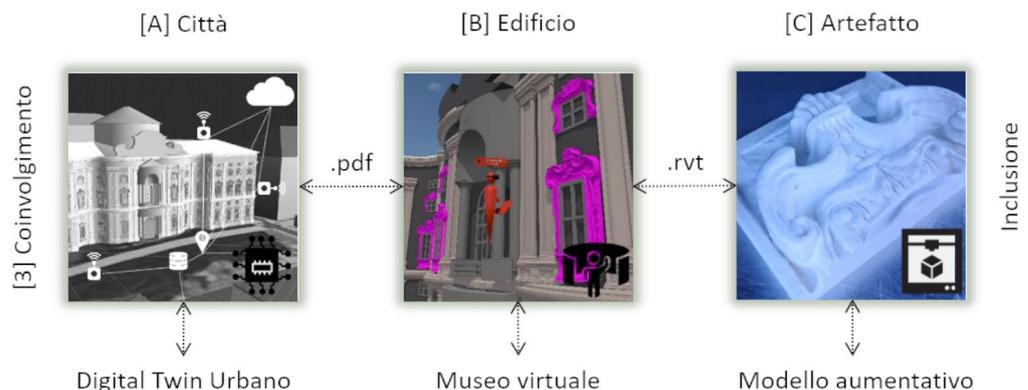



Fig. 3. Dal *Digital Twin* al modello solido per l'inclusione sociale.

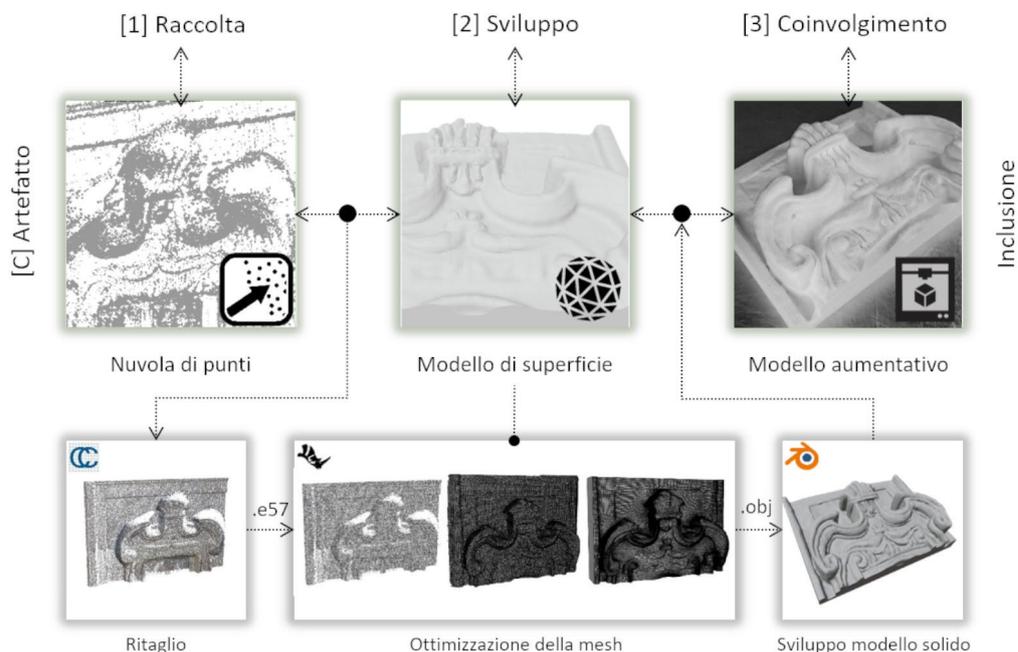



Fig. 4. Dalla nuvola di punti al modello solido.

imprese compiuto dal Reggimento Carignano nel 1667 durante la colonizzazione del Canada. Tale sperimentazione si è svolta aumentando la lettura degli elementi per fasi successive. Dal rilievo di dettaglio effettuato con tecnologie Lidar è stato possibile ricavare direttamente una prima *mesh* dalla nuvola di punti in modo da descrivere l'elemento di interesse secondo uno schema ricavato dall'unione dei punti materializzati nel programma di modellazione. Tale *mesh* è stato poi manipolata tramite l'utilizzo di algoritmi di ottimizzazione topologica che consentono il riordinamento delle diverse superfici triangolari della *mesh* in superfici quadrate che seguono l'andamento della geometria di partenza. Tale processo porta all'immancabile perdita di alcuni dettagli che vengono pertanto ridefiniti con un processo di 'scultura digitale' prima della stampa tridimensionale.

Risultati

La riflessione sulle transizioni, nel tempo e nello spazio, ha portato ad una rappresentazione sintetica del percorso evolutivo attraverso un modello matriciale di tipo generativo. A seconda dei possibili incroci tra gli elementi, si ottengono rappresentazioni che utilizzano tecniche diverse, per conseguire scopi diversi e utenti diversi. La (fig. 5) mostra possibili percorsi di lettura. A partire dall'osservazione della città, degli edifici e degli artefatti attraverso la ricerca storico–bibliografica e archivistica [Scarzella 1995], il rilievo speditivo funzionale e metrico attraverso droni e rappresentazioni fotogrammetriche, è possibile sviluppare modelli con elevata corrispondenza geometrica e affidabilità dei dati. Tali modelli possono essere finalizzati al coinvolgimento di diverse tipologie di utenti che richiedono una accessibilità e un trattamento diverso dell'informazione. Le tecnologie innovative ampliano lo spettro di utilizzo e interazione con i modelli virtuali. In particolare, risulta evidente che, muovendosi da sinistra verso destra nella matrice (fig. 2), si assista ad un incremento della accessibilità del dato nel tempo, avviato dapprima con la *digitization* e poi con la *digitalization* e l'introduzione di piattaforme informative. Se l'organizzazione del dato assume il più alto livello di gestione tecnica tramite un sistema sempre più articolato di database, grafici e alfanumerici, la sua fruibilità è potenziata dai nuovi mezzi di comunicazione. Muovendosi, quindi, dall'alto verso il basso nella matrice (fig. 3), si configurano soluzioni che mirano ad una democratizzazione del sapere, andando ad ampliare il bacino di utenti che non sono più solo i tecnici, ma anche i cittadini e i soggetti con fragilità. Le possibilità che si intravedono nell'utilizzo della matrice,

Fig. 5. Percorsi di lettura.

scalabile nelle sue dimensioni, può trovare applicazione concreta nelle attività conoscitive, di divulgazione e comunicazione [Dapino 2022; Spallone 2022] di Palazzo Carignano: le collezioni da rendere fruibili, il museo da gestire e valorizzare [Tucci et al. 2019], il bene storico architettonico da preservare, l'edificio da relazionare con il resto della città.

Conclusioni

Nell'era della connessione, il disegno sta attraversando una fase di transizione legata all'adozione di metodi e strumenti innovativi che impongono una riflessione sull'impatto delle tecnologie digitali nella società moderna.
Le sfide lanciate da questo cambiamento sono legate alla digitalizzazione del patrimonio architettonico esistente, all'interazione uomo–macchina alle varie scale di rappresentazione (urbana, edilizia, artefatto), all'integrazione dei dati e alla loro condivisione attraverso l'interoperabilità tra le tecnologie e le persone che interagiranno attivamente con l'ambiente costruito raggiungendo gli obiettivi della società 5.0. In quest'ottica il concetto di *Digital Twin* [Yin et al. 2023] giocherà un ruolo fondamentale per la trasformazione dell'industria AECO secondo il paradigma che vede l'utilizzo della tecnologia a supporto dell'uomo.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Direzione Regionale Musei Piemonte per aver fornito il caso studio, la studentessa Elisa Dapino del corso di Laura Magistrale in Ingegneria Edile e lo studente Cosimo Lorusso del corso di Laura Magistrale in Ingegneria Biomedica per l'autorizzazione a esporre parte del loro lavoro.

Riferimenti bibliografici

Bocconcino M.M., Vozzola M. (2022). Dallo scaffale alla mappa, dalla mappa al modello informativo e ritorno: l'Archivio Porcheddu al Politecnico di Torino. In *Diségno*, n. 10, pp. 107-120. <https://doi.org/10.26375/disegno.10.2022.12> (consultato il 31 gennaio 2021).

Cavallari Murat A. (1968). *Forma urbana e architettura nella Torino Barocca. Dalle premesse classiche alle conclusioni neoclassiche*. Torino: Unione tipografico-editrice torinese.

Cerri M. G. (1990). *Palazzo Carignano. Tre secoli di idee, progetti e realizzazioni*. Collana Archivi di Architettura. Torino: Umberto Allemandi & C.

Counsell J., Nag G. (2017). Participatory sensing for community engagement with HBIM. In Arayici Y. et al. (a cura di), *Heritage Building Information Modelling*, pp. 242-256. London: Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315628011-17/participatory-sensing-community-engagement-hbim-john-counsell-gehan-nagy> (consultato il 30 gennaio 2021).

Dapino E. (2022). *Heritage Digital Twin. L'ambito urbano di Palazzo Carignano*. Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile, tutor prof. A. Osello. Politecnico di Torino.

European Commission, Destination Earth. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth> (consultato il 30 gennaio 2021).

Scarzella P. (a cura di) (1995). *Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici*. Torino: Celid.

Spallone R., Teolato C., Natta F., Palma V. (2022). Ricostruzione virtuale, VR e AR per la visualizzazione dell'aula provvisoria del I Parlamento italiano. In E. Bistagnino, C. Battini (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 2861-2880. Milano: FrancoAngeli.

Tucci G., Conti A., Fiorini Li., Corongiu M. (2019). M–BIM: a new tool for the Galleria dell'Accademia di Firenze. In *Virtual Archaeology Review*, n. 10 (21), pp. 40-55. <https://doi.org/10.4995/var.2019.11943> (consultato il 31 gennaio 2021).

Ugliotti F.M., De Luca D. (2022). Reality vs Virtuality: the smart tactile path of the Gagna's Cenacolo at the Turin cathedral. In *INTED 2022 Proceedings 16th International Technology, Education and Development Conference Online Conference. 7-8 March, 2022*, pp. 205-2010. Valentia: IATED.

Ugliotti F. M., Osello A. (2022). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*. Pennsylvania: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4854-0>.

Yin Y., Zheng P., Li C., Wang L. (2023). A state-of-the-art survey on Augmented Reality–assisted Digital Twin for futuristic human–centric industry transformation. In *Robotics and Computer–Integrated Manufacturing*, n. 81: 102515. Amsterdam: Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2022.102515> (consultato il 31 gennaio 2021).

Autori
Matteo Del Giudice, Politecnico di Torino, matteo.delgiudice@polito.it
Nicola Rimella, Politecnico di Torino, nicola.rimella@polito.it
Francesca Maria Ugliotti, Politecnico di Torino, francesca.ugliotti@polito.it
Guillaume Tarantola, Politecnico di Torino, guillaume.tarantola@polito.it
Anna Osello, Politecnico di Torino, anna.osello@polito.it

Per citare questo capitolo: Del Giudice Matteo, Rimella Nicola, Ugliotti Francesca Maria, Tarantola Guillaume, Osello Anna (2023). Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno/Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1197-1210.

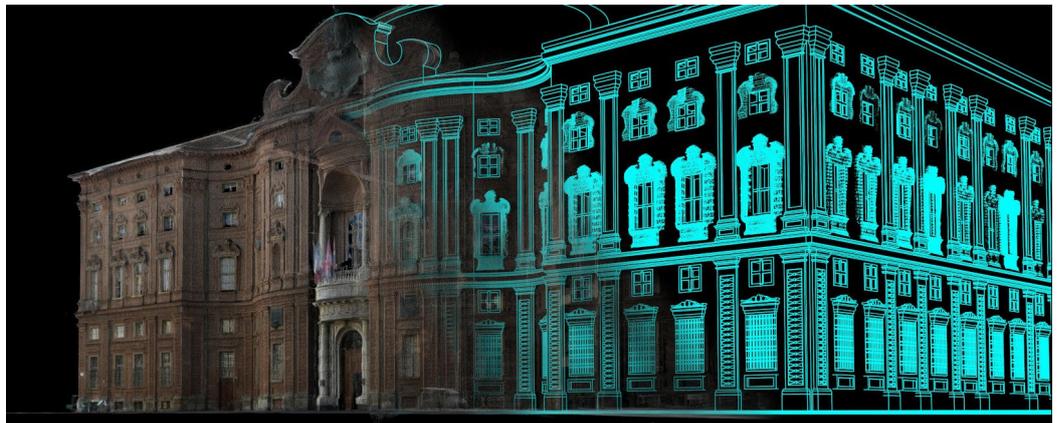
 Isbn 9788835155119

Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing

Matteo Del Giudice
Nicola Rimella
Francesca Maria Ugliotti
Guillaume Tarantola
Anna Osello

Abstract

This paper examines the topic of transition concerning the disciplinary field of Drawing according to different interpretative filters that focus on techniques and tools at the different scales of investigation and the activities and purposes of the representation. The search for evolutionary mutations that guided the analysis led to the definition of a multi–dimensional and multi–scalar critical reading matrix. The intersections among the elements generate different use cases, enriching the potential of the language. The heuristic approach thus characterises 'Drawing 5.0'. The analysis of the topic is supported by a case study through which the different processes and possible applications take concrete form.

Keywords
Critical reading matrix, Digital Twin, Cultural Heritage, HBIM, Drawing 5.0

From the point cloud to the Digital Twin.

doi.org/10.3280/oa-1016-c344

Introduction

The science of representation has always focused on the definition of interfaces aimed at improving communication between two entities to optimize the achievement of a certain objective. The need to develop an effective interface begins with the perceptive activity of a user on an artifact. It materializes in a product that exploits specific means of communication to reach the end user. This improves their ability to approach the challenges imposed and optimizes the resolution of problems related to the complexity of the urban environment in its various scales of representation.
The current challenge requires the drawing discipline to define and adopt innovative knowledge models that optimize the built restitution process through a heuristic approach. Elements between tradition and innovation are intertwined. The adoption of Geographic Information System (GIS) and Building Information Modeling (BIM) methodologies can be the starting points for an effective management and communication of information related to the historical architectural heritage used daily by different types of users, from specialists to citizens.
Furthermore, the introduction of the Digital Twin (DT) as a digital representation of the built environment and Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) technologies for data management and visualization are the frontiers through which the transition of drawing science into 5.0 society can be assessed.
Through this contribution, we aim to evaluate possible scenarios that can be developed to improve data accessibility through the development of digital models that increase inclusion levels. This article therefore aims to show a critical approach on drawing science's ability to adapt to transitions imposed by technological innovation in order to study how user involvement can increase through interfaces based on urban DT.

Case study

Reflections on the theme of transition are explained in the methodological section through the use of a case study [Dapino 2022]. The choice fell on Palazzo Carignano, one of the most important buildings built in Italy in the mid–seventeenth century, among the greatest expressions of Piedmontese Baroque architecture designed by Guarino Guarini and residence of the Savoia–Carignano family until the 1830s. The complexity of the work and its destination as a museum allows interesting representation applications for a plurality of subjects.

Methodology

The examination of possible transitions in the field of drawing takes place through various interpretive filters. These filters focus on the techniques and tools used, the scale of analysis, and the activities and purposes of representation. The reading of the evolution of methodologies and tools has led to the definition of a critical interpretation matrix. This matrix is multi–dimensional and multi–scalar. It demonstrates the importance of a careful and sophisticated reading of the theme of transition in the drawing.
The knowledge paths shown (fig.1) are an example of how the representation of cities and buildings can promote collaborations between professionals at a technical level, interactions with the anthropized environment, and social connections. This improves the typical operational flows of the construction supply chain. It also improves the resilience of city–society systems.
The knowledge matrix identifies three activities: observe, develop, and involve. These activities are with respect to the three scales of representation: city, building, and artifact. This defines a level of inclusion within Society 5.0. Through this matrix, it is possible to define heuristic process strategies for designing the future.
The connections between the different parts of the matrix lead to the development of methods aimed at increasing the involvement of users with different skills. These methods start

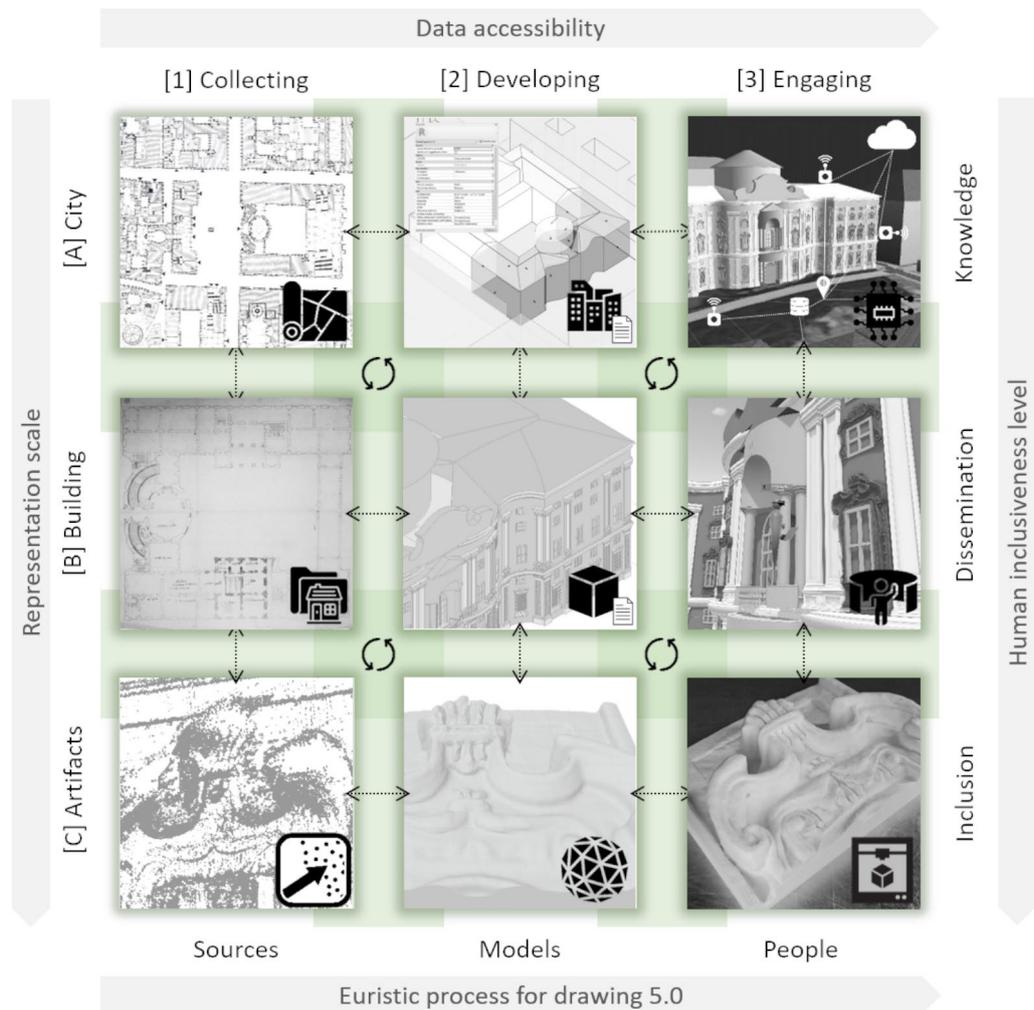



Fig. 1. Drawing critical reading matrix: A1 (Scarzella 1995); B1 (Cerri 1990).

from data collection activities and go through different scales of representation to culminate in various experiences that transform knowledge into awareness of the anthropized environment. The Digital Twin is the reference scenario to which the reflections converge. By crossing the elements of the matrix in different ways, it is possible to provide multiple keys to interpretation. In the following, only some are illustrated that are considered significant to highlight the versatility of graphic language as an expressive means: (i) analog–digital transition, (ii) communication language transition, and (iii) digital–material transition.

A1, A2, A3 Analog-Digital Transition

The epochal transition that drawing has witnessed certainly concerns the evolution of the forms of representation and instrumental apparatus (fig. 2): from historical maps to the information platform [Bocconcino, Vozzola 2022]. The study of urban shape has required a perennial renewal over time. This renewal is through the adoption of increasingly multidisciplinary, integrated, dynamic supports. These supports are capable of describing and evaluating the resilience of a city.

We think of the innovation introduced by the critical interpretation of the building fabric. This interpretation is through the philological–conjectural survey of Cavallari Murat described in *Forma Urbana* [Cavallari Murat 1968]. It later became a method provided for by technical standard UNI 7310. From this purely graphic two–dimensional encoding mode of information characterizing the built environment, there is a relevant development. It is identifiable in the predisposition of informational and computer systems on an alphanumeric and geographic basis. This is first through GIS and subsequently BIM.

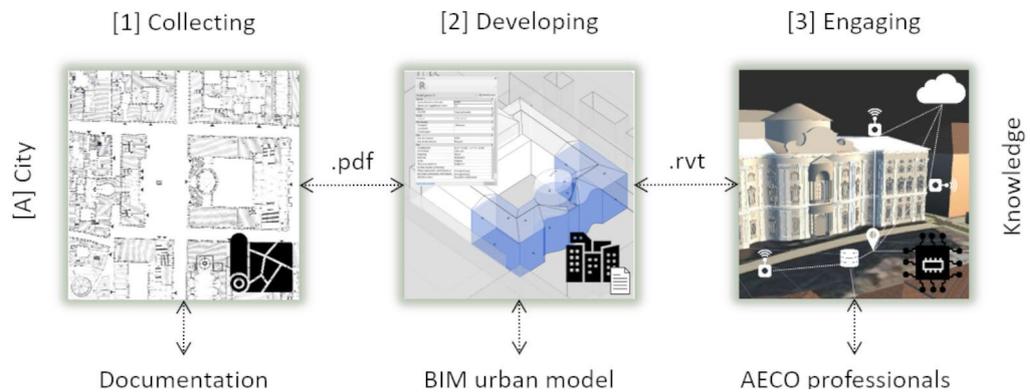



Fig. 2. From Maps to the Digital Twin: A1 (Scarzella 1995).

Today the challenge is faced with an increasingly expanded intelligent mapping. It goes from the building to the district, from the city to the whole world, Destination Earth project (https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth). It involves the management of domains not only of static data but also dynamic for an increasingly effective monitoring of phenomena and human activities.

A3, B3, C3 Communication language Transition

The elaboration of an urban Digital Twin as a virtual replica capable of exploiting the potential of Information and Communication Technologies (ICTs) for the Society 5.0 of the future stimulates the definition of an innovative way of representation focused on people's well–being [Ugliotti et al. 2022]. The usability of information in an immersive virtual environment, offers multiple insights into the new frontiers of the science of representation as a means of communication for various users (professionals, institutions, citizens), exploiting innovative methods and tools for experiential–sensory enrichment (fig. 3). Interaction with virtual replication defines new means of communication, taking into consideration various aspects related to human frailties.

The Urban Digital Twin (UDT) can be considered as the starting point for defining experiential scenarios in which the user is involved in virtual tours on an architectural scale. The virtual experience can then be implemented by generating solid models related to construction details of the historical heritage through tactile experiences on the solid replicas.

C1, C2, C3 Digital–materic transition

The effectiveness of new media through virtual reconstruction techniques has transformed the relationships between users and their surroundings and among users themselves, in which virtuality becomes real by simultaneously involving all five senses. Haptic–experiential pathways acquire, thus, a new boost, combining tactile representations, additional content through virtual and augmented reality, and data from sensors processed with artificial intelligence algorithms [Ugliotti, De Luca 2022].

The image (fig. 4) shows the experimentation conducted on the window relief decorations of Palazzo Carignano, which take up the headgear of the Iroquois Indians as a tribute and

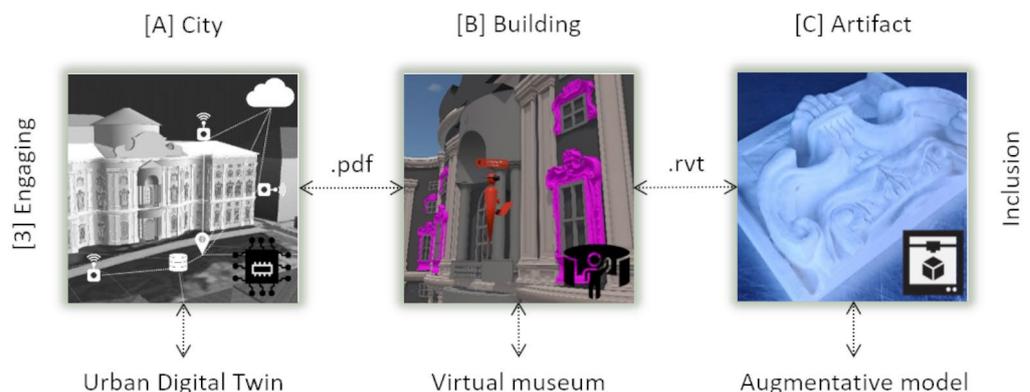



Fig. 3. From Digital Twin to solid model for social inclusion.

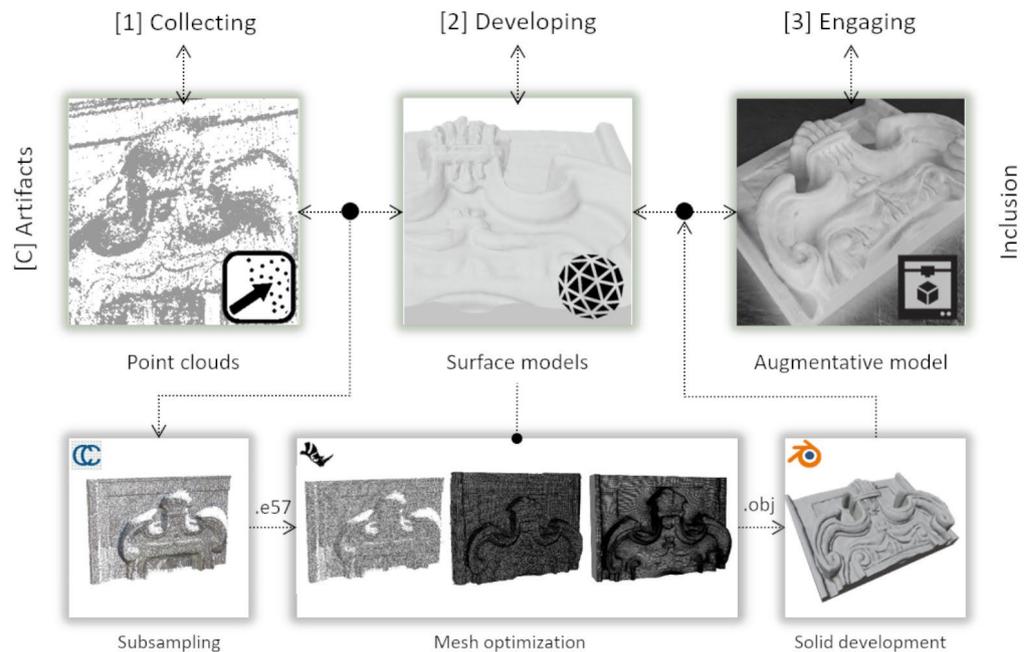



Fig. 4. From point cloud to solid model.

remembrance of the exploits accomplished by the Carignano Regiment in 1667 during the colonization of Canada.
This experimentation was carried out by augmenting the reading of the elements with successive steps. From the detailed survey carried out with Lidar technologies, it was possible to directly derive an initial mesh from the point cloud to describe the element of interest according to a pattern derived from the union of the points materialized in the modeling software. Subsequently, the mesh was manipulated by using of topological optimization algorithms.
These operations rearranged the various triangular surfaces of the mesh into square surfaces that follow the pattern of the starting geometry. This process leads to the inevitable loss of some details, which are therefore redefined by a process of 'digital sculpture' before three–dimensional printing.

Results

Consideration regarding transitions, in time and space dimensions, has led to a synthetic representation of the evolutionary pathway through a matrix model of a generative type. Depending on the possible intersections between elements, representations using different techniques are obtained to achieve different purposes and reach different users. Figure 5 shows possible reading paths. Starting from the observation of the city, buildings and artifacts through historical–bibliographical and archival research [Scarzella 1995], functional and metric expeditious survey through drones and photogrammetric representations, it is possible to develop models with high geometric correspondence and data reliability. These models can be aimed at engaging different types of users who require different accessibility and processing of information.
Innovative technologies extend the spectrum of use and interaction with virtual models. Specifically moving from left to right in the matrix (fig. 2), there is an increase in the accessibility of data over time, initiated first with digitization and then with digitization and the introduction of information platforms. If the organization of data takes on the highest level of technical management through an increasingly articulated system of databases, graphical and alphanumeric, its usability is enhanced by new media.
Moving, therefore, from top to bottom in the matrix (fig. 3), solutions are configured that aim at the democratization of knowledge, going to expand the pool of users who are no

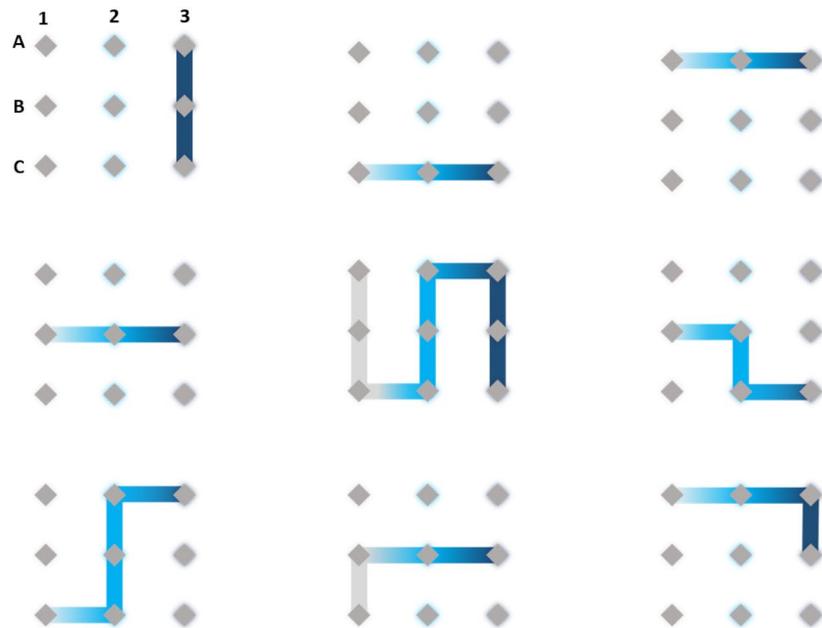



Fig. 5. Reading pathways.

longer only technicians, but also citizens and individuals with fragility. The chances envisioned in the use of the matrix, scalable in its dimensions, can find concrete application in the cognitive, dissemination, and communication activities [Dapino 2022; Spallone 2022] of Palazzo Carignano: the collections to be made usable, the museum to be managed and enhanced [Tucci et al. 2019], the historical architectural asset to be preserved, and the building to be related to the whole city.

Conclusions

In the age of connection, drawing is crossing a transitional phase related to the adoption of innovative methods and tools that force reflection on the impact of digital technologies in modern society. The challenges raised by this change are related to the digitization of the existing architectural heritage, human–computer interaction at the various scales of representation (urban, building, artifact), data integration, and data sharing through interoperability between technologies and people who will actively interact with the built environment achieving the goals of society 5.0. With this in perspective, the Digital Twin concept [Yin et al. 2023] will play a key role in the transformation of the AECO industry according to the paradigm of using technology to support people.

Acknowledgment
The authors would like to thank the Direzione Regionale Musei Piemonte for the case study, the building engineering master's student Elisa Dapino, and the biomedical master's student Cosimo Lorusso for permission to exhibit part of their work.

References

Bocconcino M.M., Vozzola M. (2022). Dallo scaffale alla mappa, dalla mappa al modello informativo e ritorno: l'Archivio Porcheddu al Politecnico di Torino. In *Diségno*, No. 10, pp. 107-120. <https://doi.org/10.26375/disegno.10.2022.12> (accessed 31 January 2021).

Cavallari Murat A. (1968). *Forma urbana e architettura nella Torino Barocca. Dalle premesse classiche alle conclusioni neoclassiche*. Turin: Unione tipografico–editrice torinese.

Cerri M. G. (1990). *Palazzo Carignano. Tre secoli di idee, progetti e realizzazioni*. Collana Archivi di Architettura. Turin: Umberto Allemandi & C.

Counsell J., Nag G. (2017). Participatory sensing for community engagement with HBIM. In Arayici Y. et al. (a cura di), *Heritage Building Information Modelling*, pp. 242-256. London: Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315628011-17/participatory-sensing-community-engagement-hbim-john-counsell-gehan-nagy> (accessed 30 January 2021).

Dapino E. (2022). *Heritage Digital Twin. L'ambito urbano di Palazzo Carignano*. Bachelor's in Ingegneria Edile, tutor prof. A. Osello. Politecnico di Torino.

European Commission, Destination Earth. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth> (accessed on 31 january 2021).

Scarzella P. (Ed.) (1995). *Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici*. Turin: Celid.

Spallone R., Teolato C., Natta F., Palma V. (2022). Ricostruzione virtuale, VR e AR per la visualizzazione dell'aula provvisoria del I Parlamento italiano. In E. Bistagnino, C. Battini (Eds.). *Dialogues visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. 43th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Congress of Unione Italiana per il Disegno*, pp. 2861-2880. Milano: FrancoAngeli.

Tucci G., Conti A., Fiorini Li., Corongiu M. (2019). M–BIM: a new tool for the Galleria dell'Accademia di Firenze. In *Virtual Archaeology Review*, No. 10 (21), pp. 40-55. <https://doi.org/10.4995/var.2019.11943> (accessed 31 January 2021).

Ugliotti F.M., De Luca D. (2022). Reality vs Virtuality: the smart tactile path of the Gagna's Cenacolo at the Turin cathedral. In *INTED 2022 Proceedings 16th International Technology, Education and Development Conference Online Conference. 7-8 March, 2022*, pp. 205-2010. Valentia: IATED.

Ugliotti F. M., Osello A. (2022). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*. Pennsylvania: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4854-0>.

Yin Y., Zheng P., Li C., Wang L. (2023). A state-of-the-art survey on Augmented Reality–assisted Digital Twin for futuristic human–centric industry transformation. In *Robotics and Computer–Integrated Manufacturing*, No. 81: 102515. Amsterdam: Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2022.102515> (accessed 31 January 2021).

Authors
Matteo Del Giudice, Politecnico di Torino, matteo.delgiudice@polito.it
Nicola Rimella, Politecnico di Torino, nicola.rimella@polito.it
Francesca Maria Ugliotti, Politecnico di Torino, francesca.ugliotti@polito.it
Guillaume Tarantola, Politecnico di Torino, guillaume.tarantola@polito.it
Anna Osello, Politecnico di Torino, anna.osello@polito.it

To cite this chapter: Del Giudice Matteo, Rimella Nicola, Ugliotti Francesca Maria, Tarantola Guillaume, Osello Anna (2023). Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno/Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1197-1210.

 Isbn 9788835155119